スマートフォンとセンサを活用したリモート見守りシステムの提案

加藤大智[†1]　山岸弘幸[†1]　鈴木秀和[†1]
小中英嗣[†1]　渡邊晃[†1]

少子高齢社会や住環境の変化に伴い高齢者が家族と離れて暮らすケースが増加している。このため、センサ機器と通信機能を用いた様々な弱者見守りシステムが提案、開発されている。既存の弱者見守りシステムは主に健康管理などを目的にしているものや弱者の位置情報のみを利用しているため、弱者の周囲の環境や状況を把握する高度な見守りはできていない。本稿ではスマートフォンに埋め込まれている各種センサーから、歩行時には行動判定、運転時には運転状況を判定する。これらの情報はインターネット上のサーバに定期的に送信し蓄積する。見守る家族はどこからでもいつでも弱者を見守ることができる支援システムの提案を行う。

Proposal Tracking System utilizing remote sensor smartphone

Daichi Kato,[†1] Hiroyuki Yamagishi,[†1]
Hidekazu Suzuki,[†1] Eiji Konaka[†1]
and Akira Watanabe[†1]

Which is increasing elderly living away from their families and living environment due to changes in the Aging Society. Therefore, the proposed monitoring system is weak and communication capabilities for a variety of sensor devices have been developed. Existing monitoring system is mainly weak Due to having only a weak position, and as such intended for health care, environment and circumstances surrounding the underdog Advanced Protection has not been able to grasp. In this paper, the sensors are embedded in smart phones When determining the walking behavior during operation to determine the operating conditions are

Accumulate periodically send information to these servers on the Internet. Family support system to watch is you can watch anytime, anywhere weak.

1. はじめに

高齢化社会の進展や住環境の変化に伴い高齢者を取り巻く環境は変化しつつある。2010年には高齢者の割合が人口の 25 %を占めるようになった。高齢者の核家族化も進行しており、全世帯の 20 %以上が高齢者世帯であることが報告されている。また、近年は高齢者の方も余暇を楽しむために車を運転するケースが増えてきている。しかし、弱者は身体機能が低下している可能性があり、外出先での事故の可能性が高い。特に高齢者は交通事故死者数の多くをしめており、その割合は全体の 45 %を超えているという報告がある。このことから、外出先でも弱者を見守ることができるシステムの構築が急務になっている。ここで、見守られる側の対象としては、高齢者に限らず、子供、医療患者、障害者などの方々も考えられ、同様のシステムで対応可能である。そこで、これらの対象者を弱者と呼び、弱者を総合的に見守ることができるシステムの実現を目指す。

最近では、情報技術の発達により小型で軽量ながらも高度な計算能力を持ったスマートフォンが登場し、いつでもどこからでもネットワークに接続が可能になっている。スマートフォンには、多種のセンサやコンピュータが埋め込まれており、位置情報や環境情報（加速度、方位、磁場など）の取得が可能となっている。そのため、ネットワークを通じてセンサから得た情報を収集しデータを解析することで、弱者をいつでもどこからでも見守ることができるシステムを実現できる環境が整いつつある。

弱者を見守る研究はすでに多くの研究が行われているが、弱者が宅内にいることを想定にしたものが多く、外出先まで考慮したサービスは少ない。また、外出先について考慮したものにおいても、弱者の状態などを常に監視したり、異常を検知して通知したりするものではない。

そこで、本研究ではスマートフォンに埋め込まれている各種センサから弱者の状態や行動を把握する。また、運転時にはブレーキ・アクセルなどの車の動きを判定する。さらには、体重計や血圧計などの健康機器センサとも連携して弱者の健康状態を取得する。これらの情報を定期的にサーバへ送信、データベースに蓄積する。その内容を見守る家族が随時閲覧することにより、離れた場所からでもいつでも見守ることができる弱者見守り支援システムの提案を行う

†1 名城大学理工学部情報工学科専攻
Department of Science and Information Engineering

以下、第 2 章で既存のサービス／システムについて、第 3 章で提案システムの構成についての説明を行い、第 4 章で提案システムの動作、第 5 章で実装について述べ、最後に第 6 章でまとめる。

2. 関 連 研 究

類似の既存システム例として以下のようなものがあげられる。

2.1 NEDO ホームヘルスケアプロジェクト

パーソナルヘルスケア支援システムとして NEDO（New Energy and In-dustrial Technology Development Organization）のホームヘルスケアのための高性能健康測定機器開発がある [1]。家庭内で血圧計や体温計といった測定機器で測定した健康情報をゲートウェイ機器に集約し、管理サーバへ送信する。管理サーバでは収集した健康情報を解析して保存する。家庭や医療機関からは管理サーバの情報を閲覧できる。また、家庭内で利用される測定機器には Continua[2] の設計ガイドラインに準拠した機器を想定しており、健康関連機器との相互接続を可能にしている。しかし、このシステムでは対象者が家庭内にいることを想定しており、対象者が外出した時のことが考慮されていない。

2.2 ウェルネスサポート

健康サービスを実現するシステムとしてウェルネスサポートが商品化されている [3]。体組成計や血圧計などの健康機器や、携帯電話の歩数計機能から取得した各種データを、携帯電話を通じてウェルネスサポートサーバに収集する。保健指導機関やヘルスケア関連企業は、そのサーバにアクセスすることで自社サービスと収集したデータの連携が可能になり、サービスを効率的に提供できる。利用者は端末内データを送信するだけで、専門家からの指導を受けることが可能になる法人向けサービスである。しかし、このサービスは本人の健康管理をのためのものであり、弱者の見守りを可能にしたサービスではない。

2.3 ユビキタス見守り情報ネット

弱者を見守るシステムとしてＮＰＯ法人熊本まちづくりが行っているユビキタス見守り情報ネット（ひご優ネット）がある [4]。弱者の方にスマートフォンを配布し、外出時にもその位置を把握することができる。同時に独居高齢者の見守り連絡網によって高齢者の見守り状況や活動連絡などの情報を集め、それらを一部共有することで、地域コミュニティーの活性化を促すシステムである。また、高齢者の徘徊にも対応しており、高齢者がどのルートで徘徊してしいるのかなどの情報も見ることができる。しかし、このシステムで収集するデータは位置情報のみであり情報量が限定されている。また、弱者の異常をシステム側で検知する仕組みはなく、見守り側に迅速に情報を提供することができない。

2.4 公田町プロジェクト

高齢者の状態を見守るシステムとして公田町プロジェクトが提案されている [5]。このシステムでは、高齢者の宅内に人感センサ、ドアセンサなどの複数のセンサを配置する。配置したセンサからドアの開閉、人の動き、照明の点灯を検知し、それらを高齢者の安否情報として管理センターに送信する。生活状況に異常を発見した場合はセンサが自動的に検知して、病院や消防、地域のボランティア協力員が電話や訪問により安否情報を確認するシステムである。類似システムとして、この他にたてやま見守り eye[6] がある。しかし、いずれのシステムでも対象者が宅内にいることを想定しており、外出時については考慮されていない。

2.5 SafetyRec

ドライバーの安全運転をサポートするシステムとして、SafetyRec がある [7]。GPS や加速度センサーなどスマートフォンに内蔵されているセンサ機能を活用して、ブレーキや右左折、位置や速度の変化などを測定し、運転の評価を行うシステムである。強い挙動を感知した際にはその時の状況をスマートフォンのカメラで録画・記録する。しかし、このシステムではあくまでもドライバーが今後の運転の参考にするためのシステムであり、弱者の運転を見守るためのものではない。

3. 提案システムの構成

3.1 システム構成

本稿では、弱者にスマートフォンを保持してもらい、スマートフォンの通信機能とセンサ機能をすべて活用することで、外出先でも弱者の状態を見守ることができるサービスを提案する。提案システムの構成を図１に示す。スマートフォンでは各種センサを利用し弱者の行動や運転状況を判定する。ＧＰＳからは現在位置や移動経路、速度の判定を行う。脈拍計や体重計などの健康機器からは測定結果を Bluetooth 通信によりスマートフォンに情報を集約する。これらのデータはスマートフォンから管理サーバ定期的に送信し、対象者ごとにデータベースへ蓄積していく。これらの情報は閲覧という形で管理サーバに問い合わせることで確認することができる。管理サーバではこれらの情報を過去の履歴と比較することにより、弱者の異常行動やその前兆がないかをチェックする。危険な行動やその前兆があった場合には、サーバから、あらかじめ登録された人にアラームメールを送信する。見守る側の家族は弱者の状態をいち早く確認することができる。また弱者自身も自分の私生活や健康管理

について後で振り返ることができる。本論文では提案システムのうち、特にスマートフォンから弱者の行動判定を行うセンシング技術の部分に着目して記述する。

3.2 弱者の状態把握

スマートフォン内のセンサ機器による状態把握を歩行/在宅時と運転時で切り替える。切り替えの方法は移動速度を取得してその速度をもとに自動的に切り替えを行う方法などが考えられる。

3.2.1 歩行/在宅時のセンシング

歩行/在宅時はスマートフォンの動きがそのまま本人の動きとなる。そのため、各種センサから得られた情報から、歩いている、走っている、寝ている、座っている、転んだなど、弱者の状態を判定する。同時に GPS を利用してその時の位置と弱者の移動経路を取得する。また、在宅時には体重計や血圧計などの測定結果を収集することで弱者の健康状態を把握する。

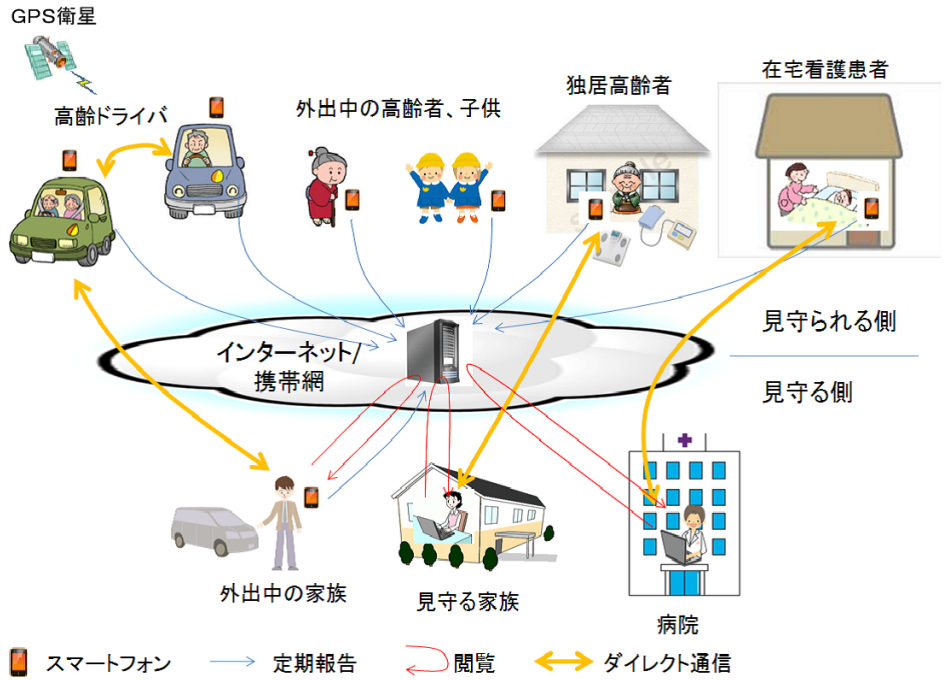


図 1 提案システムの構成

3.2.2 運転時のセンシング

運転時の場合、スマートフォンから得られる情報は弱者の動きではなく車の動きが大きく影響する。そのため、センサから得られた情報を車の動きとし、各種センサから取得した情報から速度、アクセル/ブレーキ、右左折、車体のぶれ、衝突などの状態を検出する。また、運転時には GPS から位置情報のほかに移動速度も取得する。

3.3 弱者の健康管理

弱者が Bluetooth 通信が可能な健康管理機器（以後 HMD）を利用できる場合、それと連携した動作を行う。HMDには体組成計や血圧計などがある。弱者はあらかじめHMDとスマートフォンでペアリング設定を行う。スマートフォンを保持した状態で、データを測定し送信ボタンを押すことにより、測定したデータをスマートフォン経由で管理サーバに報告する。

3.4 サーバへの報告

サーバへの報告は 3 Gと Wi-Fi のどちらからでも送信できる。WiFi が利用できる場合は WiFi を優先する。

センサデータは XML 形式に整理した後、UDP によりサーバに送信する。XML に整理する理由は以下の通りである。

・取得したデータの判別がしやすい

管理サーバでは、受け取ったデータを種類ごとに分類する必要がある。そのため、スマートフォン側で取得したデータとデータの種類を対応付けしてサーバに送る必要がある。タグで囲うことによって取得したデータとデータの種類を対応付けがしやすくなっている。

・拡張性がある

スマートフォンに収集するセンサデータは将来追加されていく可能性がある。そのような場合にも柔軟に対応することができる。

・階層的なデータ構造定義が可能である

1 人のユーザが複数のセンサを使用する場合や 1 つのセンサ機器から複数のセンサ情報を取得する場合が考えられる。階層的にデータ構造定義することにより、1 つのセンサ機器で取得したデータをまとめて記述でき、かつセンサのデータの種類によって分類することもできる。

3.5 セキュリティ

スマートフォンから管理サーバへのデータ送信には情報の改ざんや漏えいを防ぐセキュリ

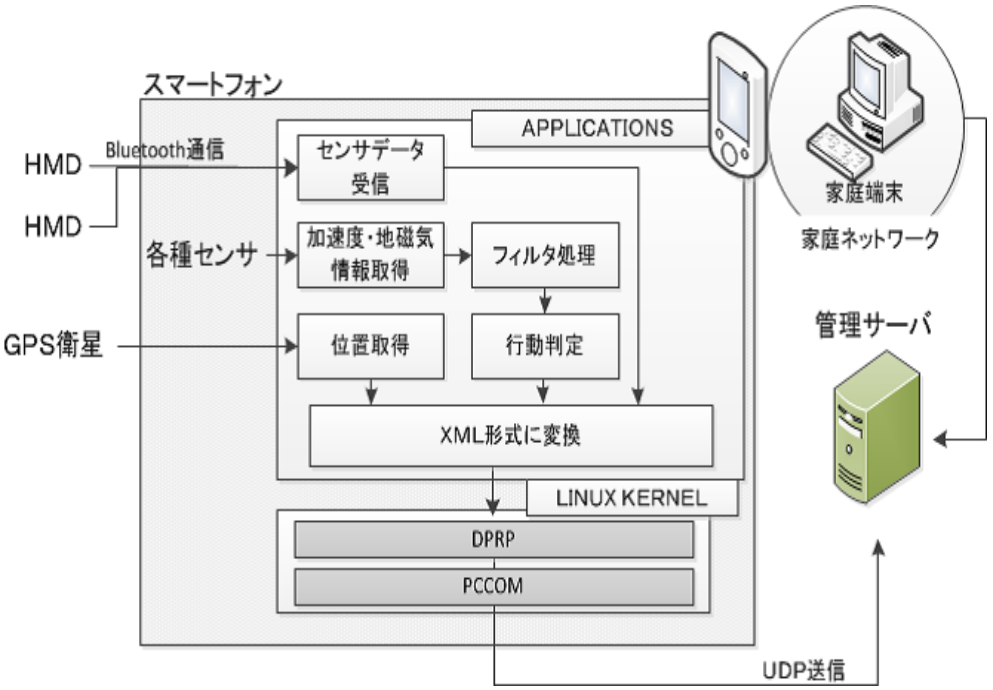


図 2 提案システムの動作

ティ技術が重要である。そこで、本提案方式ではオリジナル技術である DPRP[8] による認証、PCCOM[9] による暗号化を行うことにより、セキュリティーを確保する。

一般的に、UDP ではセキュリティを確保することが難しいが、提案方式では、DPRP と PCCOM によりこれを実現することができる。これらのプロトコルは、IP 層に実装されるため、どのようなアプリケーションにも対応できる。アラーム検出後のエンドエンド通信においてもセキュリティを確保することが可能である。

3.6 提案システムの動作

提案システムの動作を図 2 に示す。図では特にスマートフォン側の処理を中心に記述している。スマートフォンでは常にセンサ情報を取得して弱者の状態を把握する。各種センサから得られる情報にはノイズが多く含まれており、そのままでは弱者の歩行や転倒を把握することができない。そのため、取得したデータを一度フィルタにかけ、その後弱者の行動判定

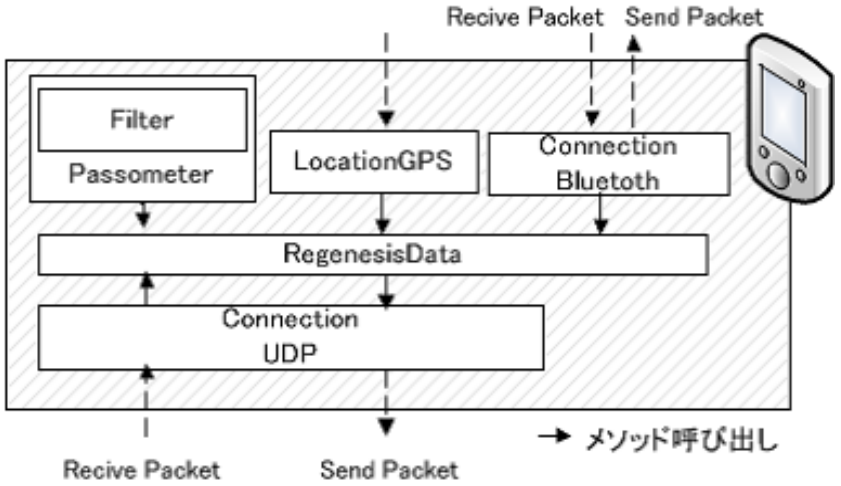


図 3 試作モジュール構成

を行う。行動判定結果は取得した位置情報や HMD から収集したデータと共に定期的にサーバへ報告する。管理サーバでは送られてきた情報をデータベースに蓄積する。これらの情報は家庭端末やスマートフォンから管理サーバにアクセスすることで閲覧することができる。

4. 実　　装

提案システム実現のため以下のような試作を行なった。試作システムでは Android 端末を用いて実装を行った。スマートフォン内の試作モジュール構成を図 3 に示す。白枠は JAVA のクラスを示す。図 3 において、Passometer で歩数を判定、LocationGPS で位置情報を取得、ReceiveBluetoth で HMD から送られてくるセンサ情報を受け取る。収集したセンサ情報は RegenesisData に蓄積される。ConnectionUDP で蓄積したデータを XML 形式に変換してサーバに定期的に送信する。

本提案では弱者を見守るための提案となるためアプリケーションを常に起動しておく必要がある。そのため、これら機能の実装はすべてバックグランドで動かせるよう実装した。

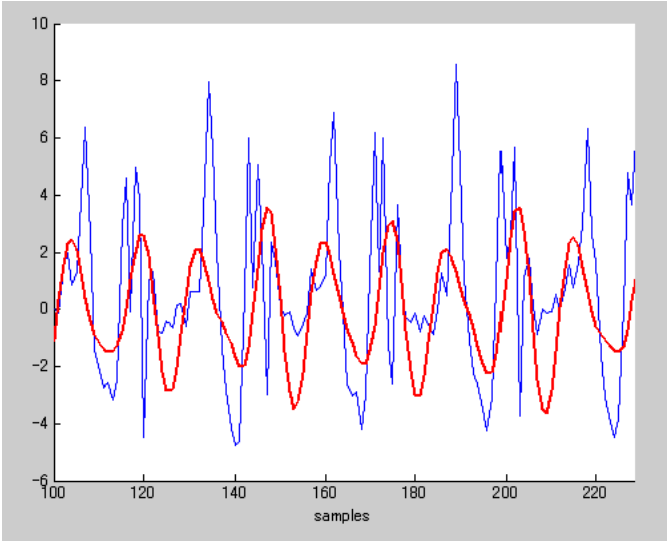


図 4　加速度の比較

4.1　Passometer による歩数取得

Passometer では加速度を取得して歩数を判定する。初めに、スマートフォンの 3 軸加速度計から加速度を取得し、X 軸、Y 軸、Z 軸の加速値を合成する。スマートフォンの加速度計から取得できるデータにはノイズが多く含まれており、歩行者の歩行によって生じる動作を正確に把握することができない。そこで、バターワースフィルターを用い歩行時に発生する周波数に近い周波数成分（2〜3Hz）をフィルタを通過させることによって、弱者の歩行時に発生する周波数を取り出す。これによって得られた値に所定の閾値を設定し、この閾値を通過するごとに歩数としてカウントする。図 4 にフィルタを通過させる前の合成した加速度値および、バターワースフィルタにかけた後の加速度値をグラフを示す。青線がフィルタ通過前の加速度、赤線がフィルタを通過後の加速度値を示す。縦軸は加速度、横軸がサンプル数を表す。フィルタ通過後はノイズが除去され歩数をカウントしやすくなっていることがわかる。

4.2　LocationGPS による位置情報取得

LocationGPS ではスマートフォンの GPS 機能を利用し、定期的に位置情報を取得する。GPS を使用すると電池消費が激しくなるため、ユーザの状況に応じて GPS の取得間隔を設定できるような機能を付加した。

4.3　ConnectionBluetoth による健康情報取得

ConnectionBluetoth では HMD から送られてくるセンサ情報を受け取り弱者の健康状態を把握する。試作システムでは HMD の代わりに PC からの Blutooth でシリアルポート通信を行い PC からの情報を取得できるようにした。

4.4　RegenesisData によるデータ更新

RegenesisData では取得したセンサデータの収集を行う。取得したデータは定期的にファイルに書き込むことで、AndroidOS によるプロセスの再起動の影響をが発生しないようにした。

4.5　ConnectionUDP によるデータの送受信

ConnectionUDP では、取得したセンサデータを集め、XML 形式に変換したのちに定期的に UDP 送信を行う。各種センサーから歩数、位置情報を取得しＸＭＬ形式に変換したデータを図 5 に示す。図 5 により正しい XML 形式フォーマットに変換されていることがわかる。

4.6　管理サーバの閲覧

スマートフォンにより送信された情報は管理サーバに蓄積される。閲覧者が自分の PC より管理サーバにアクセスすると図 6、図 7 のように表示される。移動経路、歩数ともに正常に取得できていることが確認できた。

5.　ま　と　め

本論文では、弱者を遠隔地から見守るシステムの提案および、試作システムの実装結果について述べた。今後はスマートフォンに付属しているセンサ機器を利用してさらに詳細な弱者の行動が検出できるよう実装を行う。

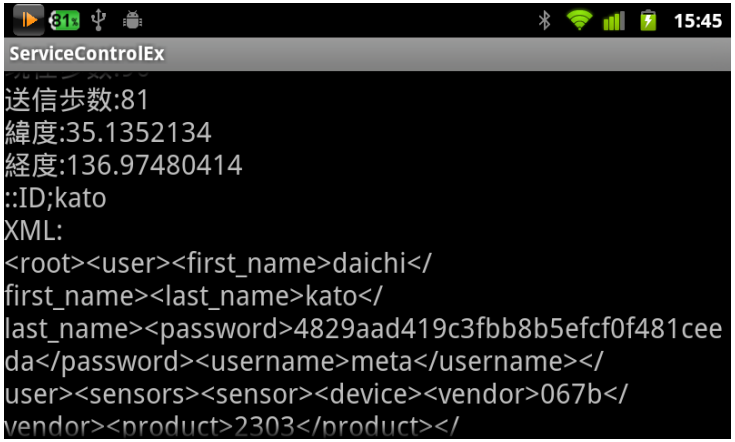


図 5　取得情報の表示

図 6　位置情報の表示

図 7　歩数カウントの表示

参　考　文　献

1) 柏木宏一：健康機器向け通信プロトコルとその標準化動向，情報処理学会誌，Vol.50,No.12, pp.1215
2) 柏木宏一：健康機器向け通信プロトコルとその標準化動向，情報処理学会誌，Vol.50,No.12, pp.1219
3) ウェルネスサポート：NTT 技術ジャ-ナル 22(1),40-43, 2010-01 電気通信協会
4) ユビキタス見守り情報ネット URL:http://portal.higoyou.net/
5) 公田町プロジェクト：ＵＲＬ：http://www.ur-net.go.jp/rd/kudencho/index.html
6) たてやまみまもり eye:ＵＲＬ:http://www.tateyama-mimamori-eye.com/hns/index.html
7) Safety Rec: URL:http://www.datatec.co.jp/safetyrec/
8) 鈴木秀和, 渡辺晃：フレキシブルプライベートネットワークにおける動的処理解決プロトコル DPRP の実装と評価, 情報処理学会論文誌，Vol.47，No.11，pp.2976-2991.
9) 増田真也，鈴木秀和，岡崎直宣，渡邊　晃：NAT やファイアウォールと共存できる暗号通信方式 PCCOM の提案と実装，情報処理学会論文誌，Vol.47, No.7, pp.2258

スマートフォンのセンサを活用したリモート見守りシステムの提案

Proposal of a Remote Watching System Utilizing a Smartphone With Sensors

名城大学院 理工学研究科

加藤大智　山岸弘幸　鈴木秀和

小中英嗣　渡邊晃

Watanabe Lab.

研究背景

少子高齢問題の進行

ライフスタイルの変化

◇弱者:高齢者、子供、障害者など

・弱者と見守る家族とが離れて暮らすケースが増加
→孤独死などの社会問題が発生

・弱者が車を運転するケースの増加
(身体機能の低下により交通事故を起こす可能性が高い)
→弱者の交通事故の死亡者数が増加

Watanabe Lab.

研究目的

弱者を支える周囲の人たちをサポートするサービスが不足しているのではないか

→家族などの関係者がいつでも弱者を見守ることが出来るサービスが必要

見守りシステムの構築

・弱者の位置情報、生体情報、運転情報、行動情報を提供することでどこからでも弱者を見守ることが出来るシステムを提案する

Watanabe Lab.

既存技術:見守り安心ネット 公田町プロジェクト

* 弱者の宅内に人感センサ、ドアセンサなどの複数のセンサを配置し、高齢者の動き、ドアの開閉、照明の点灯を検知
* 検知情報は制御装置に集約し安否情報としてサーバに送信
* 異常がある場合には病院や消防、地域のボランティア協力員が電話や訪問により安否情報を確認するシステム

* 弱者が宅内にいることを想定しており外出時は考慮されていない

出典: 見守り安心ネット公田町プロジェクト“http://www.sokie.com/kuden2/index.html ”

既存技術:SafetyRec

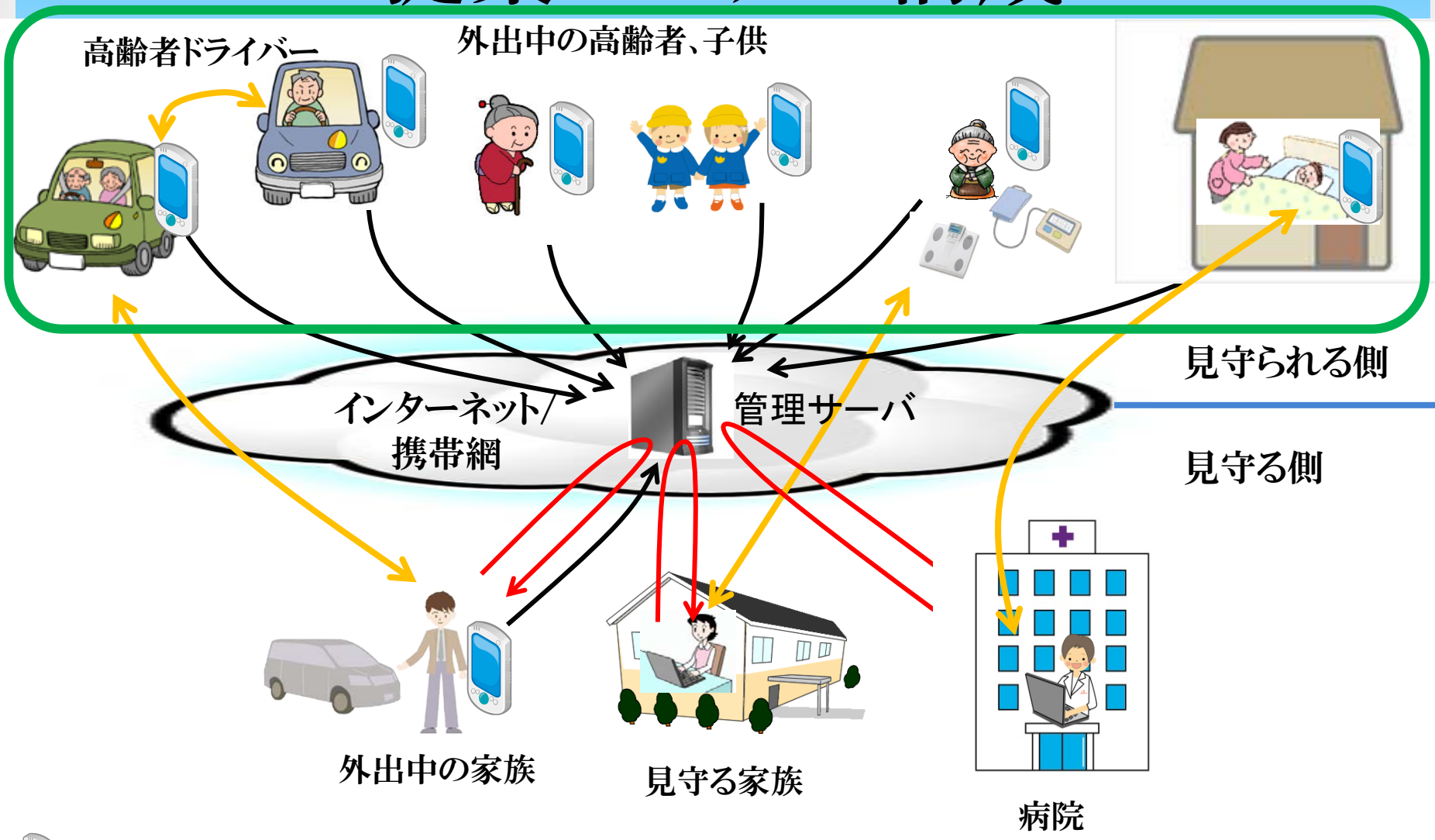
- スマートフォンに内蔵されているGPS、加速度センサなどを利用してドライバーの運転を評価するシステム
- 加速度、GPSからブレーキ、アクセル、車の速度、運転の危険度などの情報を取得する
- 自分の走行履歴を振り返ることで危険運転などを確認することが出来る

- ドライバーの今後の運転の指標にするもので弱者を見守るためのものではない

出典:SafetyRec“http://www.datatec.co.jp/safetyrec”

Watanabe Lab.

提案システム構成


高齢者ドライバー
外出中の高齢者、子供
インターネット/
携帯網
管理サーバ
見守られる側
見守る側
外出中の家族
見守る家族
病院
スマートフォン
定期報告
閲覧
ダイレクト通信

スマートフォンによるセンシング

運転時

運転状況の把握

車体のぶれ、ブレーキ/アクセルの操作、衝突

歩行時と運転時の切り替えは自動で行う

携帯網、無線LAN

サーバへの送信

WiFi　3G

位置情報の取得

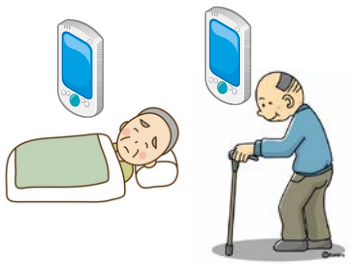
加速度センサ

磁気センサ

傾きセンサ

GPS

スマートフォン

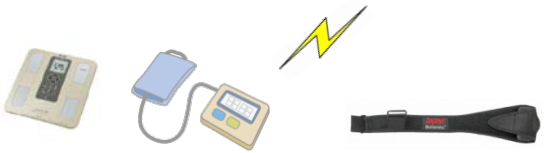


弱者の行動把握

歩行、走行、階段上下、寝る、起きる、転ぶ、歩数

歩行時

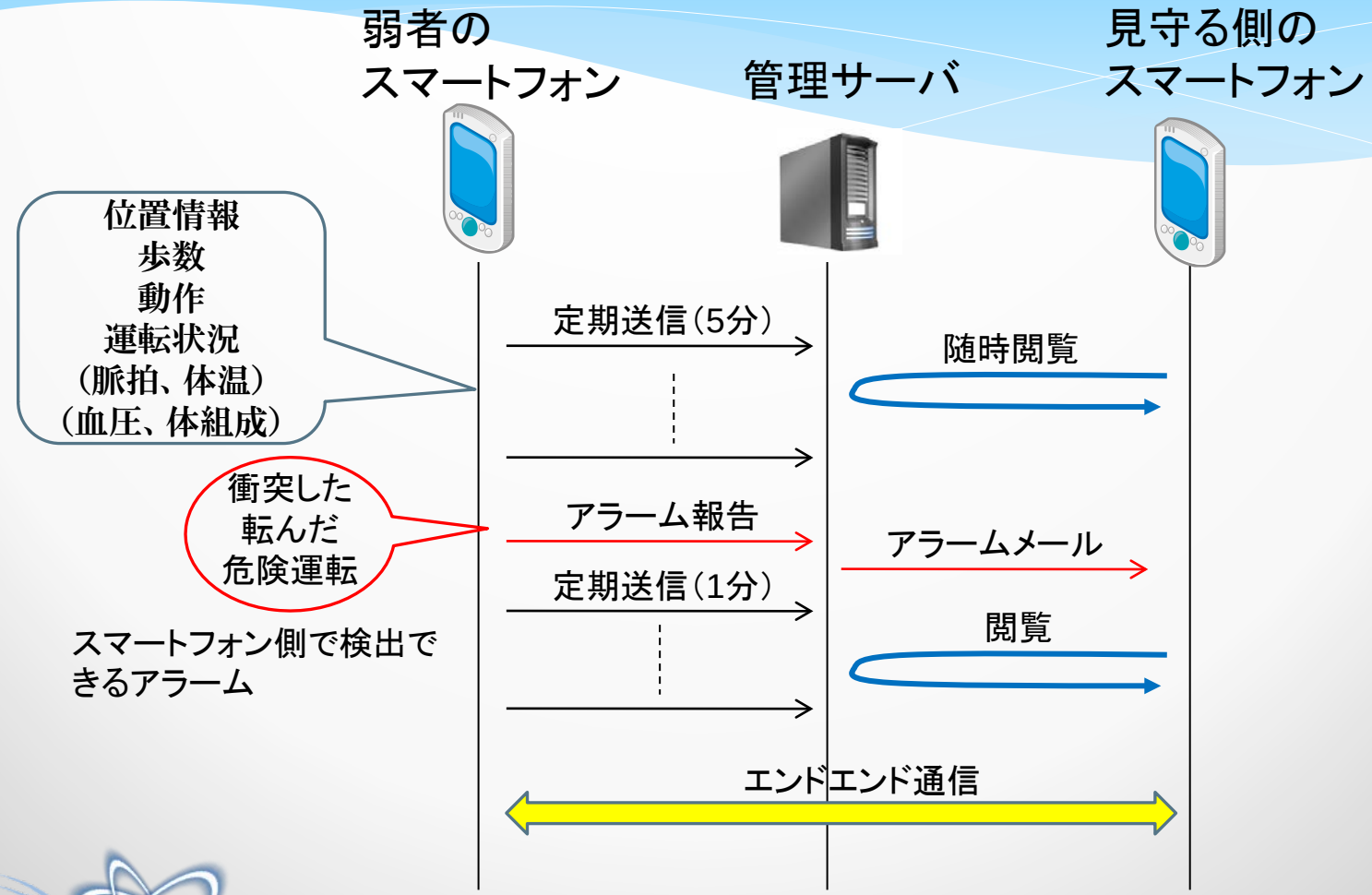
Bluetooth



健康機器からの情報収集

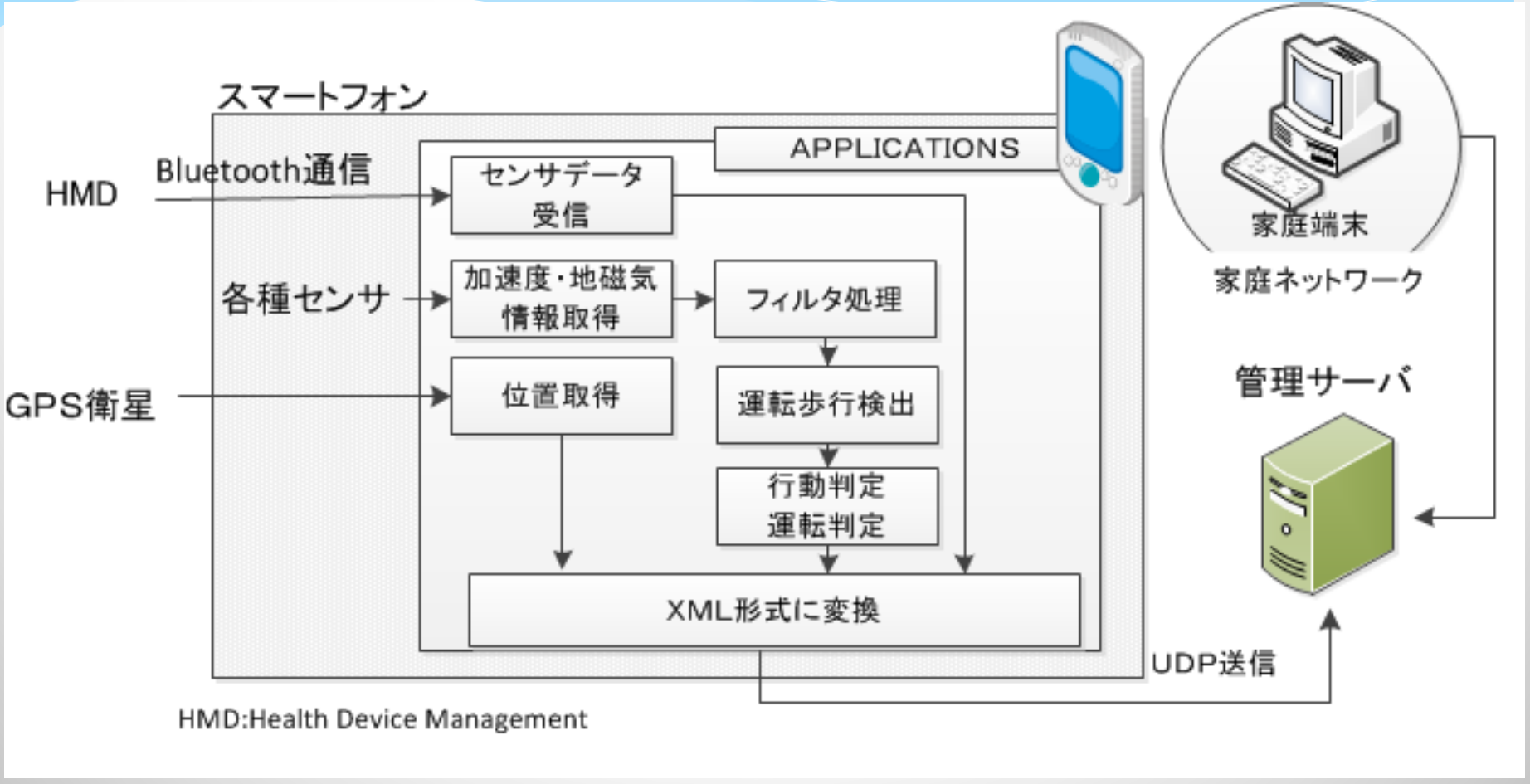
心拍計、体温計、血圧計、体重計

アラームを検出した場合の動作

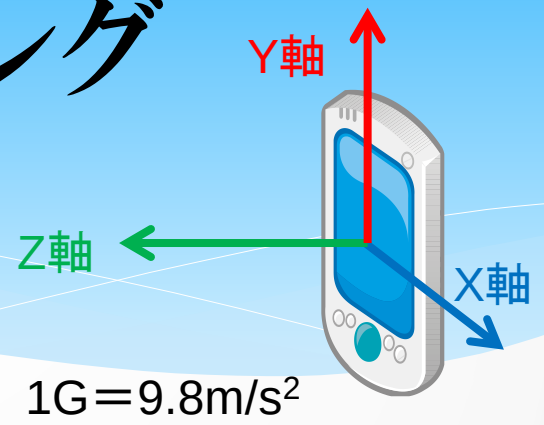


Watanabe Lab.

実装構成


スマートフォン
APPLICATIONS
HMD
Bluetooth通信
センサデータ
受信
各種センサ
加速度・地磁気
情報取得
フィルタ処理
GPS衛星
位置取得
運転歩行検出
行動判定
運転判定
XML形式に変換
家庭端末
家庭ネットワーク
管理サーバ
UDP送信
HMD:Health Device Management

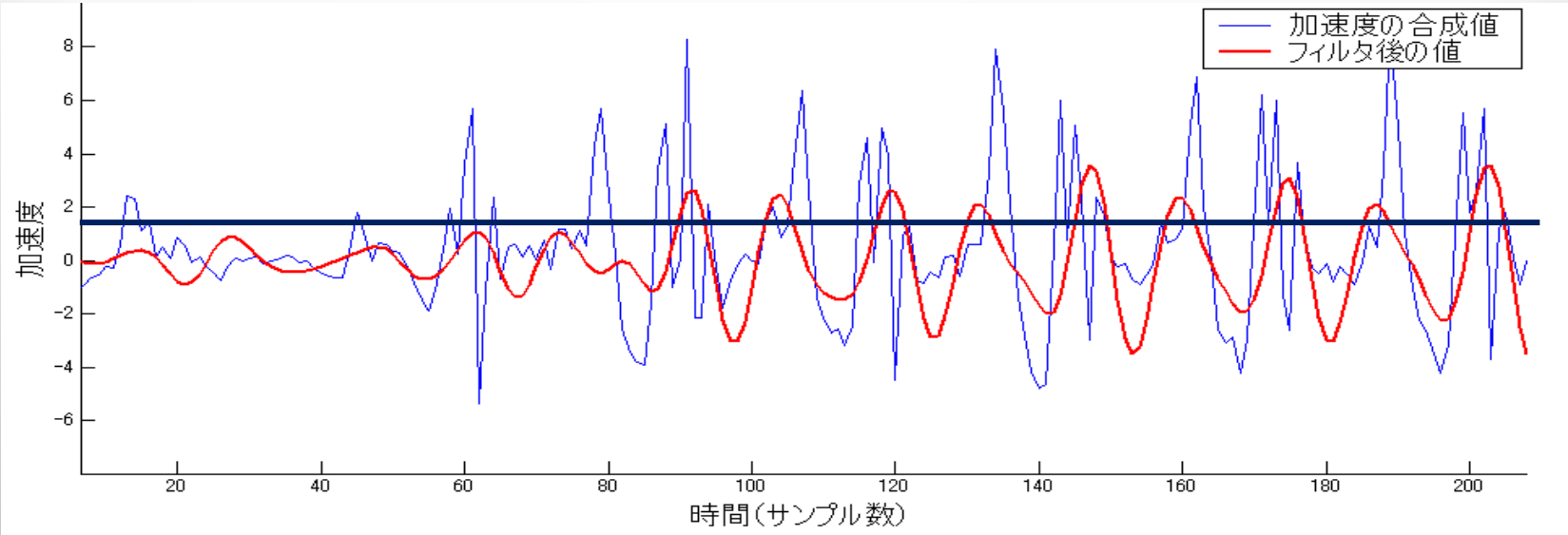
歩行時のセンシング



* 3軸加速度計を合成

$$\rightarrow a_{xyz} = \sqrt{{a_x}^2 + {a_y}^2 + {a_z}^2} - |\vec{G}|$$

* 歩行の周波数帯(0.5-2Hz)を抽出するようにフィルタリングを行う
  →フィルタにはButterworthフィルタを利用
* 閾値を設定して歩数を検出する



歩数のカウント結果

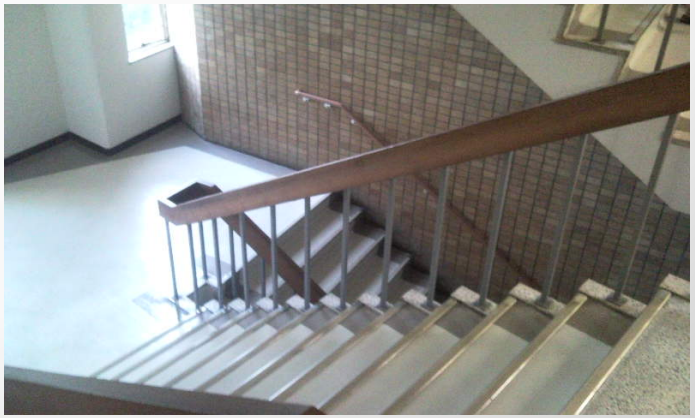
100歩数歩いたときの出力結果

◇平坦な場所での測定結果

- 被験者1：97歩
- 被験者2：103歩
- 被験者3：98歩

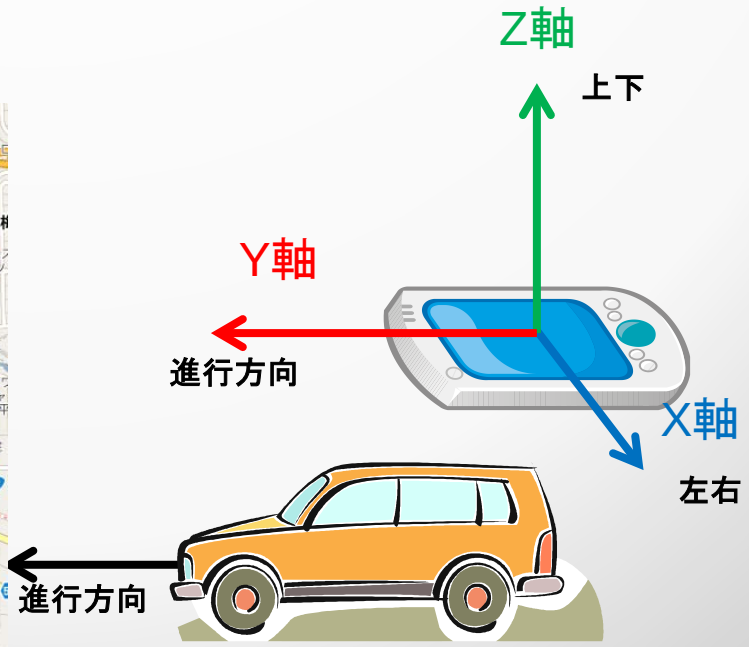
◇階段での測定結果

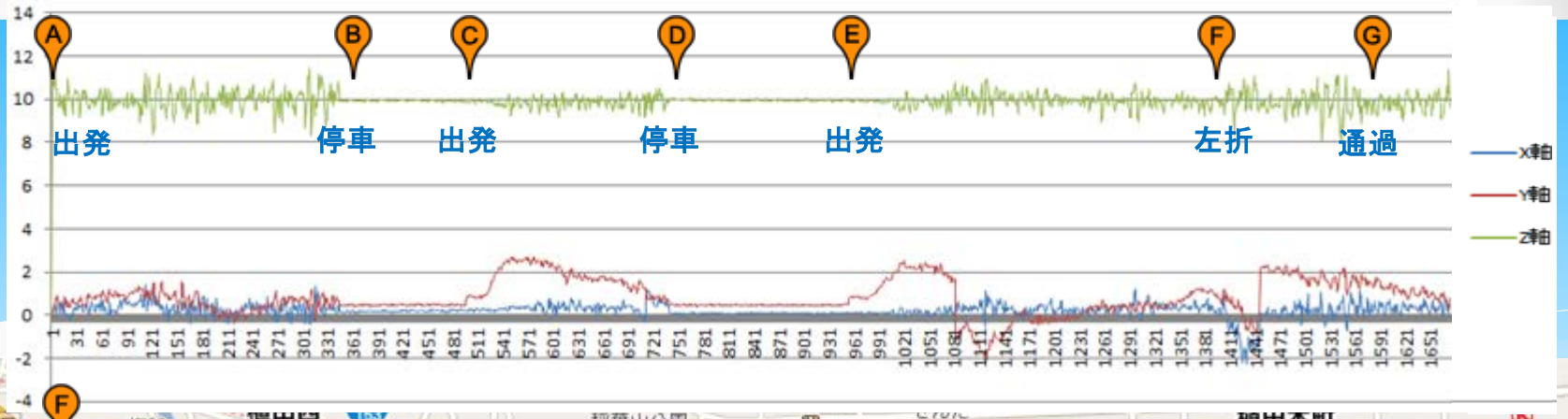
- 被験者1：90歩
- 被験者2：95歩
- 被験者3：103歩



運転時のセンシング

* 各種センサ(加速度など)を使い車のアクセル、ブレーキ、ハンドル操作を判定する




A
B
C
D
E
F
G
出発
停車
出発
停車
出発
左折
通過
X軸
Y軸
Z軸

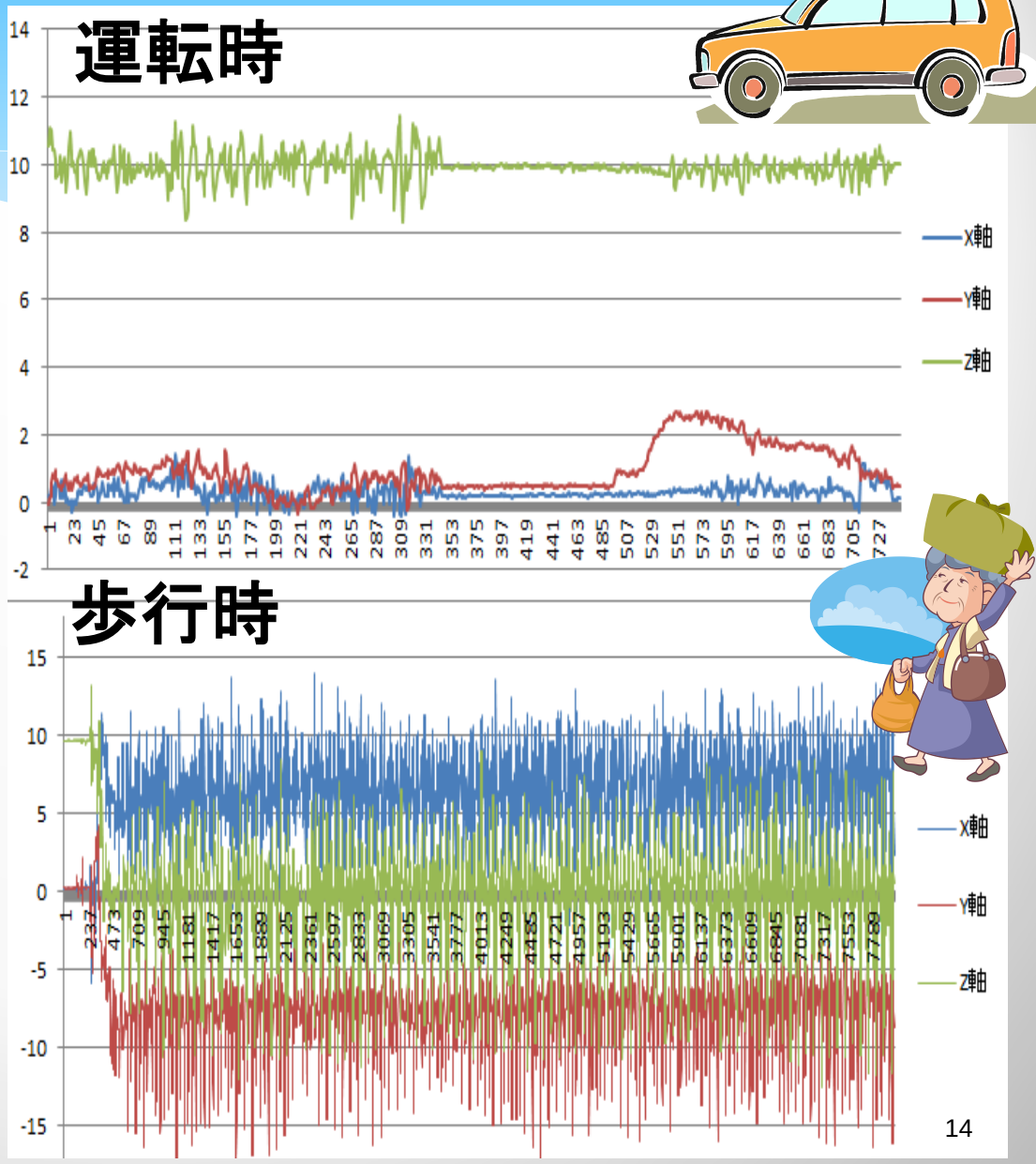
Z軸
上下
Y軸
進行方向
X軸
左右
測定時間:4分間
植田
植田南
植田駅前
植田駅東
天白スポーツセンター南
天白スポーツセンター北
天白スポーツセンター
天白警察署前
天白警察署
長原
井口
横町
3丁目
1丁目
5丁目
西ノ川原
飯田街道
地下鉄鶴舞線

運転と歩行の検出

運転と歩行の検出

→運転時と歩行時では加速度の示す意味が変わる

運転時と歩行時の加速度の波形の違いを自動で検出して弱者の行動判定の方法を切り替える



Watanabe Lab.

まとめ

- スマートフォンに内蔵された各種センサから遠隔地からでも弱者の状態把握が出来ることを確認した
- 今後はセンサから得られる情報からより多くの弱者の状態をシステムに判定させるような方法を検討する
  - 転倒、座るなどといった弱者の動作判定
  - 運転と歩行の検出
  - ブレーキ、アクセルの検出

Watanabe Lab.